菊水電子 494B形
494C形

電圧目盛校正用 方形波発生器

SERIAL NO

本機はオシロスコープの電圧目盛校正に使用する方形波の発生器で実効値形，平均値形，波高値形および波高値間電圧指示形の各種真空管電圧計の目盛校正にも利用でき，peak to peak 電圧直読の電圧計と分圧回路により，100V以下の任意の方形波出力（60c/sおよび1000c/s）のほか，同一電圧値の直流出力を取出すことができる。

494C形は，494B形の分圧回路を巻線抵抗に変更し，更に高確度の校正を可能にしてある。

ー保証ー

この製品は、菊水電子工業株式会社の厳密な試験・検査を経て、その性能が規格を満足していることが確認され、お届けされております。

弊社製品は、お買上げ日より１年間に発生した故障については、無償で修理いたします。但し、次の場合には有償で修理させていただきます。

1. 取扱説明書に対して誤ったご使用および使用上の不注意による故障・損傷。
2. 不適当な改造・調整・修理による故障および損傷。
3. 天災・火災・その他外部要因による故障および損傷。

なお、この保証は日本国内に限り有効です。

ーお願いー

修理・点検・調整を依頼される前に、取扱説明書をもう一度お読みになった上で再度点検していただき、なお不明な点や異常がありましたら、お買上げもとまたは当社営業所にお問い合せください。

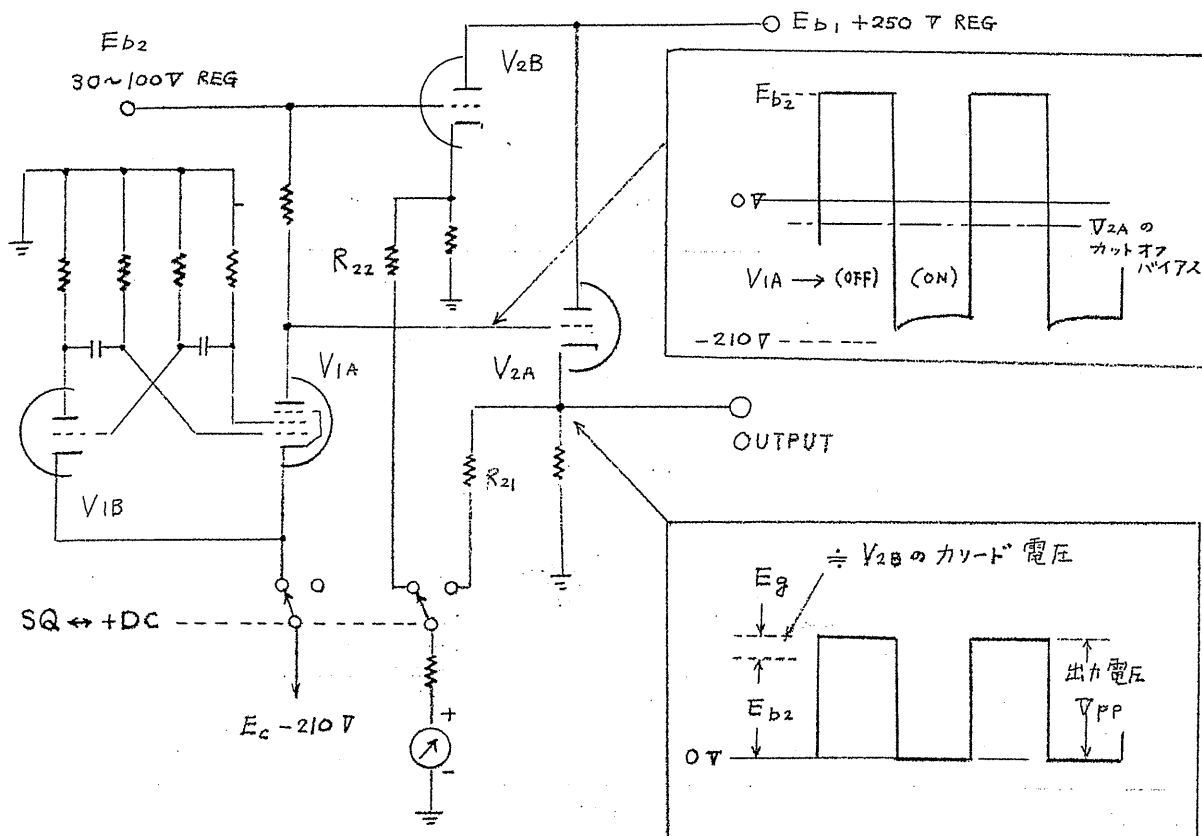
電　　源	＊ 100V，50/60 ％ 約40VA（+DC 100V 出力のとき）		
寸度（最大部）	＊ 170（176）W，230（245）H，251（298）D　m/m		
重　　量	＊ 約 6.5 kg		
付属品	＊ 電々公社47号形プラグ		1
	＊ KIK－941B形 端子アダプタ		1
	＊ 傾斜台		1
	＊ 取扱説明書　＊ 試験成績表		各 1
方形波出力	＊ 極　　性	0Vより出発する正進行方形波	
	＊ レンジ	18レンジ 0.1～0.2/0.5/1/2/5/10/20/50/100mV P-P & 0.1～0.2/0.5/1/2/5/10/20/50/100 V P-P	
	＊ 確　　度	3 ％　（494B） 2 ％　（494C） 1.5％　（494B，外付計器を使用）☆ 0.3％　（494C，　〃　）☆	
	＊ 繰返し周波数	60％（5％） および 1000％（10％）	
	＊ サグ，オーバシュート	0.5％，1％	
	＊ 立上り時間	2μS　（494B） 10μS　（494C）	
	＊ 対称性	1：1に調整可能	
	＊ 出力インピーダンス	レンジにより変化し約0～2.6kΩ	
直流出力	＊ 極　　性	＋DC	
	＊ レンジ	方形波出力と同様（単位はmV & V）	
	＊ 確　　度	方形波出力と同様	
	＊ 出力抵抗	レンジにより変化し約0～2.6kΩ	
安定度	＊ 電源変動	±10％に対し出力電圧変化1％	
外付計器	フルスケール200μA，内部抵抗1kΩ以下の高確度の直流電流計または500Ωの分流器と電位差計等を使用する。		

☆ 外部計器の誤差を含んでいない。

(OUTPUT VOLTS) (POWER ON, OFF)	電源スイッチを兼ねた出力電圧の調整ツマミである。 POWER OFF位置から時計方向に回すと電源が入り約20秒で動作を開始する。 出力電圧は時計方向で増加し，調整範囲は［出力電圧計］の振れで約35〜105%である。
(VOLTS RANGE)	出力電圧レンジの切換ツマミで，2重軸である。 ＊外側黒色ツマミ．1－2－5ステツプで，最小0.2より，最大100までの9レンジを選択する。 ＊内側赤色ツマミ。電圧の単位を設定するツマミで，方形波出力のときはpeak to peak値となる。 外側黒色ツマミが50，内側赤色ツマミがmVで［出力電圧計］の指示が50目盛の47とすれは，出力電圧は47 mVまたは47 mVP-Pとなる。
(出力電圧計)	出力電圧を指示する可動線輪形直流電流計である。 0〜20，0〜50および0〜100の3目盛があり出力電圧レンジによつて選択する。
OUTPUT	出力端子である。 UHF形のレセプタクルであるが，M形のプラグにも適合しバナナプラグも使用できる。GND端子はパネル／シヤツシと電気的に接続されている。
＋DC SQUARE	出力の種類を切換えるスナツプスイッチである。 ＊＋DC　GNDに対しプラスの直流電圧となる。 ＊SQUARE　方形波となり，電圧はP-P値である。 切換えにより出力電圧(VおよびVP-P)はほとんど変化しない。
SYMMETRY	方形波出力の対称性を調整するツマミである。
1000 c/s ↕ 60 c/s	方形波出力の繰返し周波数を切換えるスイッチである。 ＊1000c/s　主として電圧目盛校正に使用する。 ＊ 60c/s　主としてサグの測定に使用する。

回 路 の 動 作

下図は本機の主要部を模式的に表したもので，方形波出力の状態である。

V1はフリーランニングのマルチ バイブレータを形成し，交互にON，OFFの状態が繰返えされ，5極管部V1Aのプレート電位は図示のように変化している。

このためV2Aは半周期ごとにカツトオフされ，つぎの半周期に導通常態となり，上図のような方形波出力がカソードに表れる。この方形波の波高値はV2A, Bの特性が同一であれば，グリツトが直接Eb2に接続されているV2Bのカソード電圧と等しく，これを直接電圧計で指示させる。

V2Bの出力抵抗は約150Ω，電圧計の入力抵抗は500kΩであるから，それを接いだことによるV2Bのカソード電圧低下は0.03%で無視することができる。またV2A, Bの特性差（グリツト バイアスの差になつて問題となる）は，V2としてμの大きい特性の近似している双3極管を使用し，また相互偏差の小さいR21, R22を使用することによつて，方形波の出力電圧P-P値を，V2Bのカソード電圧で測定できるようにしてある。

なお，Eb1，Eb2は直列形の定電圧回路で安定化してある。

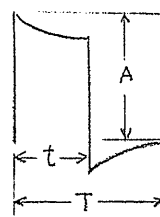
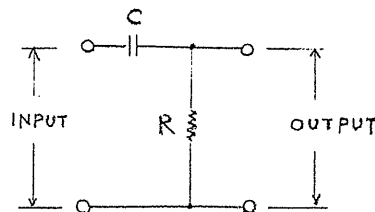
オシロスコープの調整

電圧目盛の校正

オシロスコープのスクリーンの電圧目盛は，VP-P/cmまたはVP-P/divであるから，本機の出力方形波を利用して校正できる。

サグの測定

下図のようなコンデンサと抵抗の直列回路に方形波を加えると，出力波形は図のように傾斜（サグ）する。これは方形波の基本波が，振巾1/3の才3調波同じく1/5の才5調波 ----- 等より位相が進むためで，Duty Cycle = t/T = 50 % で測定する。下表はCR結合1段について計算したサグの値と，CR積（MegΩ×μF）の関係である。

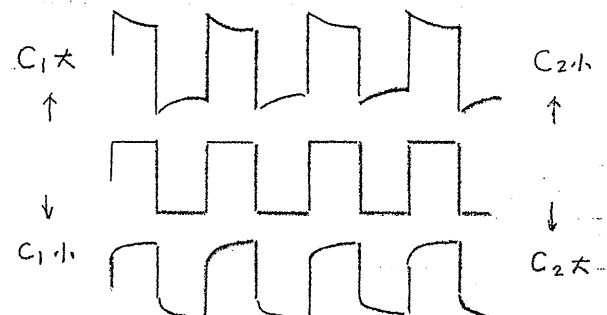
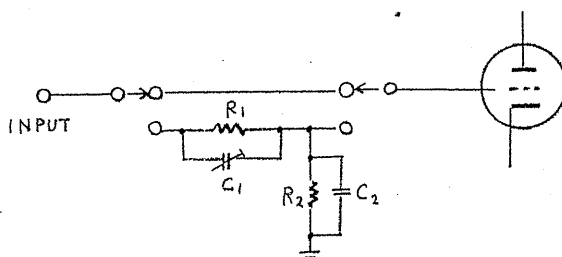
C　INPUT　R　OUTPUT　A　B　t　T

$$サグ = \frac{B}{A}$$

サグ %	1	2	3	4	5
60 c/s	0.8301	0.4125	0.2736	0.2041	0.1624
1000 c/s	0.04975	0.02475	0.01642	0.01225	0.00975
サグ %	6	7	8	9	10
60 c/s	0.1347	0.1148	0.0999	0.0884	0.0791
1000 c/s	0.00808	0.00689	0.00600	0.00530	0.00475

$$RC = \frac{0.43429}{2f \log \epsilon_t}$$

$$\epsilon_t = 1 - Sag$$

分圧回路の調整

オシロスコープの分圧回路は，高域の周波数特性を補償するため，下図のように C_1 C_2 を追加してある。

＊C_1 が大きいと高域の減衰が減少し，基本波が進んで出力にサグを生じる。

＊C_1 が小さいと 〃 〃 増加し， 〃 遅れて出力がダレる。

低容量プローブの調整も同様にして出力波形を正しい方形波にすればよい。

出力の短絡

〔OUTPUT VOLTS RANGE〕ツマミが100Vのとき〔OUTPUT〕端子を短絡すれば，V_2, R_{217}, 等が破壊される。50V, 20VのレンジではV_2, R_1またはV_2, R_1, R_2等を損傷する危険がある。10V以下およびmVの全レンジは短絡しても安全である。

出力電圧計の読取り

〔出力電圧計〕は読取りのパララツクスを防ぐため，ミラーを活用する。
特に正確な出力電圧を必要とするときは，次項に説明する外部計器の指示を読みとる。

方形波出力のときは，前頁に説明したV_2のユニツト間特性差と，R_{21}, R_{22}の相互偏差が誤差となるので，計器読取のときだけ〔SQUARE ↔ ＋DC〕スイツチを＋DCとし，方形波の波高値と等しいV_{2B}のカソード電圧を直接測定する。

外部計器の使用

外部計器は付属の47号プラグを使用して内部回路に接続する。プラグの中心がプラス，マイナスは外側導体に接続する。

＊精密級可動線輪形電流計　　正確に200μA〜80μAを測定できる電流計で，内部抵抗500Ωのものが必要である。内部抵抗が指定値に対し±500Ω相異するものを使用すると，∓0.1％の誤差を生じる。

＊直流電位差計またはデイジタルボルトメータ　　正確な500Ωの抵抗を接続し，両端の電圧降下（200μA＝フルスケールのとき0.1V）を測定する。

出力インピーダンス

直流出力のときの出力抵抗は，概略右表のON項の値となる。

方形波出力の出力インピーダンスはほぼ純抵抗で，V_{2B}が導通状態のときはON，カツトオフ状態のときはOFF項の値となる。

負荷を接続したときの電圧降下は，ON項の出力インピーダンスが関係し，その値は≒出力インピーダンス（ON）／負荷抵抗となり，右表の最右欄に1MΩの負荷を使用したときの誤差を記入してある。

なほ，mVの全レンジはON OFFとも約200Ωである。

レンジ	出力インピーダンス kΩ		1MΩ負荷の誤差％
	ON	OFF	
100V	0.25	9.03	
50〃	2.57	4.93	0.26
20〃	1.70	2.08	0.17
10〃	11.01	1.10	0.10
5〃	0.58	0.60	0.06
2〃	0.30	0.30	0.03
1〃	0.20	0.20	
0.5〃	0.15	0.15	
0.2〃	0.12	0.12	

真空管電圧計の校正

真空管電圧計は，動作形式によりつぎのような種類がある。
＊実効値指示形　（実効値の大小に応じた指示をする）
＊平均値指示形　（平均値　〃　例えば当社161A形）
＊波高値指示形　（波高値　〃　〃　111A形）
＊P-P値指示形　（P-P値　〃　〃　107A形）
通常これらの電圧目盛は，正弦波で校正し，指示形式を問わず実効値を記入する場合が大部分である。
本機の方形波出力は，簡単に実効値，平均値，波高値，へ換算ができるから，いかなる指示形式の真空管電圧計も校正できる。ただし現実の真空管電圧計は，測定波形または電圧の差により理想的な実効値形あるいは波高値形等の動作から外れることがあるので，方形波で校正した結果が正弦波のときと一致しないことがある。

SYMMETRYの調整

実効値指示形，平均値指示形および波高値指示形VTVMの校正には対称性が1：1（Duty Cycle＝50%）の方形波を使用する。
方形波電圧の実効値および平均値は，P-P値を同一とすればDuty Cycleが50%のとき最大値となるから，これらのVTVMを並用してその指示が最大となるように［SYMMETRY］ツマミを調整する。

電圧の換算

VTVM 指示形式		VTVM 目盛	SYMMETRYの調整	VTVMの指示／494の出力(VPP)			
実効値形	VTVM	RMS	必要	1／2	Or	0.5	／1
平均値形	VTVM	RMS	必要	1／1.8	〃	0.555	／1
〃	〃	平均値	〃	1／2	〃	0.5	／1
波高値形	VTVM	RMS	必要	1／2.83	〃	0.354	／1
〃	〃	波高値	〃	1／2	〃	0.5	／1
P-P値形	VTVM	RMS	不要	1／2.83	〃	0.354	／1
〃	〃	P-P	〃	1／1	〃		

VTVMの校正例

下表は当社製VTVMを494B形の方形波出力を使用して校正した1例である。

指示形式		平均値指示形		波高値指示形		P-P値指示形	
形式番号		161 (≒161A)		PV−111 (≒111A)		PV−107 (≒107A)	
VTVMの指示		494出力	RMS	494出力	RMS	494出力	RMS
レンジ	指示	Vpp	換算値	Vpp	換算値	Vpp	換算値
50	50	90.6	50.3				
〃	40	72.7	40.3				
〃	30	54.5	30.2	84.6	29.9	84.0	29.7
〃	20	36.3	20.15	56.5	20.0	56.0	19.8
〃	10	18.2	10.1	28.8	10.0	27.7	9.8
15	15			42.4	15.0	41.8	14.8
〃	12			34.0	12.0	33.4	11.8
〃	9			25.3	8.94	24.9	8.8
〃	6			16.8	5.95	16.5	5.8
〃	3			8.01	2.83	8.0	2.83
5	5			14.0	4.93	13.7	4.85
〃	4			11.1	3.92	10.9	3.85
〃	3			8.01	2.89	8.0	2.83
〃	2			5.40	1.91	5.3	1.88
〃	1			2.61	0.92	2.57	0.91
1.5	1.5			4.00	1.42	3.96	1.40
〃	1.2			3.17	1.12	3.11	1.10
〃	0.9			2.33	0.82	2.29	0.81
〃	0.6			1.50	0.53	1.49	0.53
〃	0.3			0.70	0.25	0.68	0.24

測定周波数：1000 ㎐

494Cを使用するときは、立上り時間が長いので出力を約0.2％増加させる。

調整

R21。R22の点検

R21。R22を測定し，抵抗値の相互偏差（494B：1%，494C：0.5%）を点検する。

安定化電源

[SQ +DC] スイッチをSQUARE。[VOLTS RANGE] ツマミを100mV，[出力電圧計] を100目盛の100とし，各部の電圧測定と電源電圧の±10%変動に対する電圧変動を点検する。

* *Eb1（+250V） 250V±10V，リップル≒0.2Vpp，電圧変動≒3Vである。
* *Eb2（+30〜105V） [OUTPUT VOLTS] ツマミで≒30〜105Vを変化できるようにR216。R217を調整。
  リップル≒20mVpp。電圧変動≒0.2Vである。
  [SQ +DC] スイッチを切換えたときの電圧変動は0.1V以下
* *V6（85A2） 85V±3V，電圧変動≒0.3Vである。

出力電圧計

正確にDC 80〜200μAを測定できる標準電圧計および
〃 DC 40〜100V 〃 標準電圧計を用意し，+DCで行う。

* *電流感度 電流計をジヤツクに挿入し，標準器指示200μAのとき [出力電圧計] 指示をR26に直列の抵抗でフルスケールにする。
* *電圧感度 電圧計をV2Aのピン#3とGND間に接ぎ，標準指示100Vのとき [出力電圧計] 指示（＝標準電流計指示）をR24に直列の抵抗を交換してフルスケール（＝200μA）にする。
* *電圧目盛 標準電流計または電圧計の指示を，40%〜100%とし，[出力電圧計] の指示を読む。

V2の選択

エージングされた6BQ7Aを用意し，[SQ +DC] スイッチを切換えたとき，[出力電圧計] の指示差が，フルスケールの40〜100%の間で最小となるものを選択する。

R1〜R11の点検

R1〜R11の抵抗値（相互偏差で494B：1%，494C：0.2%）を点検する。